

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平11-511316

(43)公表日 平成11年(1999)9月28日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I
H 04 N 13/04		H 04 N 13/04
G 02 F 1/13	5 0 5	G 02 F 1/13
1/133	5 0 5	1/133
G 09 F 9/00	3 6 1	G 09 F 9/00
G 09 G 5/00	5 1 0	G 09 G 5/00
		5 1 0 V
		審査請求 未請求 予備審査請求 未請求(全 24 頁)

(21)出願番号 特願平10-500368
 (86) (22)出願日 平成9年(1997)5月29日
 (85)翻訳文提出日 平成10年(1998)2月6日
 (86)国際出願番号 PCT/IB97/00619
 (87)国際公開番号 WO97/47142
 (87)国際公開日 平成9年(1997)12月11日
 (31)優先権主張番号 9611939.1
 (32)優先日 1996年6月7日
 (33)優先権主張国 イギリス(GB)
 (81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
 DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP

(71)出願人 フィリップス エレクトロニクス ネムロ
 ーゼ フェンノートシャップ
 オランダ国 5621 ベーアー アンドー
 フェン フルーネヴァウツウェッハ 1
 (72)発明者 ウッド カール ヨセフ
 オランダ国 5656 アーー アンドー
 フェン プロフ ホルストラーン 6
 (74)代理人 弁理士 杉村 曜秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 立体画像ディスプレイ駆動装置

(57)【要約】

4ビューディスプレイ装置のようなマルチビューディスプレイ(70)を駆動するために、複数の3Dグラフィックスレンダラ(77, 78)と複数の合成立体プロセッサ(76, 79)とのハイブリッド駆動装置を提供する。ディスプレイ装置は、重畳されたレンチキュラースクリーン(74)を有するLCDスクリーン装置(72)であり、個々のレンチキュラーアレイに対する4つの異なる画像源(76~79)により駆動される画素の配列は、ビューポイントV1~V4でそれぞれ4つの画像源(76~79)のうちの1つからの画像を見るようになっている。このようなマルチビューディスプレイの主たる視聴者は代表的にディスプレイの中央に位置し、その状態で2つの中央のビューバーV2及びV3によって与えられる立体画像のみを見るようになる為、2つの中央のビューバーV2, V3に対する画像源(77, 78)がそれぞれ3Dグラフィックスレンダラとなり、他のビューに対する画像源は後処理段となる。従って、主たる視聴者は最良の画質のビューを見ることになり、側方の視聴者はある(許容しうる)劣化を受けたビューを見る

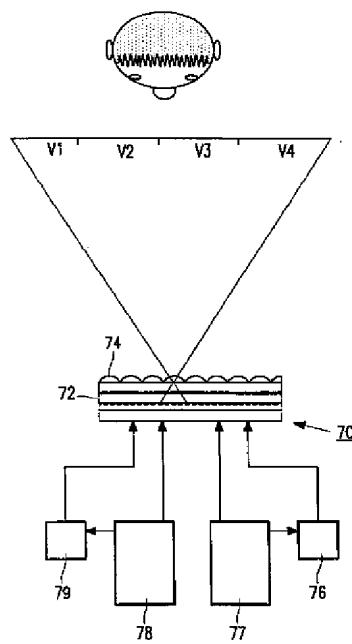


FIG.1

【特許請求の範囲】

1. マトリックスディスプレイパネルと結合されたN個の画像源を有する自動立体ディスプレイ装置であって、マトリックスディスプレイパネルは、行及び列方向で行及び列に延在し、且つ群に配置されたディスプレイエレメントのアレイを有しており、各群は行方向でN個の隣接するディスプレイエレメントを有しており、これらN個のディスプレイエレメントの各々はそれぞれ前記N個の画像源のうちの1つにより駆動され、Nは2よりも大きい数であり、マトリックスディスプレイパネルは更に複数の光ディレクタエレメントを有する光ディレクタ手段を具えており、光ディレクタエレメントの各々はそれぞれディスプレイエレメントの1つの群と関連してディスプレイエレメントの出力を互いに異なる角度方向に向けるようになっている自動立体ディスプレイ装置において、

N個の画像源のうちの少なくとも2つの画像源の各々が画像レンダリング装置を有し、この画像レンダリング装置は、対象物プリミティブデータを蓄積する関連の主メモリを有するホストプロセッサと、関連のディスプレイメモリを有する第1ディスプレイプロセッサとを具えており、ホストプロセッサは対象物プリミティブデータを第1ディスプレイプロセッサに供給する手段を有し、第1ディスプレイプロセッサは画素値の列とディスプレイメモリに適用するための画素アドレスとを対象物プリミティブデータから発生させる手段を有し、N個の画像源のうちの少なくとも1つが後処理段を有し、この後処理段は前記画像レンダリング装置のうちの1つと結合され且つこれにより発生される画像の画素値に水平方向のシフトを与えるように構成されていることを特徴とする自動立体ディスプレイ装置。

2. 請求の範囲1に記載の自動立体ディスプレイ装置において、N = 2 (M + 1) 及び M = 1, 2, 3, ..., 等とし、ディスプレイエレメントのうちの中央の隣接対がそれぞれの画像レンダリング装置により駆動され、残りのディスプレイエレメントが後処理段により駆動されるようになっていることを特徴とする自動立体ディスプレイ装置。

3. 請求の範囲2に記載の自動立体ディスプレイ装置において、第1の後処理段の

外側の後処理段は、中央に向かって隣接する後処理段により発生される画素値に水平方向のシフトを与えることによりそれぞれの画素値を発生するようになっていることを特徴とする自動立体ディスプレイ装置。

4. 請求の範囲1に記載の自動立体ディスプレイ装置において、画像レンダリング装置のディスプレイプロセッサが、プリミティブデータを整列させて第1の2D画像の各画素当り最短接近不透明プリミティブを選択し、選択した画素データを第1のディスプレイメモリに書き込み、より大きな奥行きを有する棄却された画素プリミティブデータを出力するように構成された第1のzバッファを具えており、これに接続された後処理段が、

第1のzバッファからの出力された棄却された画素プリミティブデータを受けるように結合され、受けたデータから各画素当りの最短接近不透明プリミティブを選択するように構成された第2のzバッファと、

第1及び第2のzバッファで選択された画素プリミティブデータの座標に、各画素当り当該画素の奥行き値によって決定される量だけ、前記2次元のうちの1つの次元における位置的オフセットを与えるように構成した位置オフセット手段と、

この位置オフセット手段からシフトした画素プリミティブデータを受けて各画素当りの優先寄与度を選択し、選択した画素データを第2のディスプレイメモリに書き込むように結合された第3のzバッファと
を具えていることを特徴とする自動立体ディスプレイ装置。

5. 請求の範囲4に記載の自動立体ディスプレイ装置において、画像レンダリング装置に対し、前記ホストプロセッサに関する主メモリが更に対象物プリミティブテクスチャの定義を保持し、前記ディスプレイプロセッサがテクスチャメモリを有し、

前記ホストプロセッサが更に、レベル座標のそれぞれの値により規定された解像度の少なくとも2つのレベルで所定の2D変調パターンを表わすテクスチャエレメント値の複数の2Dアレイを有するテクスチャエレメント値の少なくとも1つのピラミッド型又は部分ピラミッド型アレイをテクスチャメモリ内に蓄積する手段を有しており、

対象物プリミティブデータをディスプレイプロセッサに供給する前記の手段が、テクスチャメモリ内のピラミッド型アレイ内に蓄積されたテクスチャエレメント値に応じて変調のパターンを対象物プリミティブに与える必要があるという指示を有しており、

ディスプレイプロセッサは更に、少なくとも第1のディスプレイメモリに適用するための画素アドレスの列と、各々が関連のレベル座標を有する複数の2Dテクスチャ座標対の対応する列とを対象物プリミティブデータから発生させて、関連のレベル座標により規定される解像度のレベルで対象物プリミティブ上に蓄積された変調パターンのマッピングを行なうようにする手段と、

各々の前記の関連のレベル座標に対するオフセットを発生させ、且つ受けた座標対と、関連のレベル座標とこれに対し発生されたオフセットとの合計とから前記テクスチャメモリアドレスを発生させるように動作しうる手段と、

焦点奥行き値を受ける入力端とを具え、

オフセットを発生させるように動作しうる前記手段は、受けた焦点奥行き値により決定される大きさをそれぞれ有する前記オフセットを発生するように構成されていることを特徴とする自動立体ディスプレイ装置。

6. 請求の範囲5に記載の自動立体ディスプレイ装置において、この自動立体ディスプレイ装置が更に、前記ホストプロセッサに結合されたユーザ可動作入力手段を有し、前記ホストプロセッサは、前記入力手段からの信号に応じて前記焦点奥行き値を発生させるとともに、この焦点奥行き値を変え且つこの焦点奥行き値を前記又は各ディスプレイプロセッサに出力するように構成されていることを特徴とする自動立体ディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

立体画像ディスプレイ駆動装置

本発明は、行及び列に配置したディスプレイ画素のアレイと、この画素のアレイの上に重畳され互いに平行に延在する細長状のレンチキュラー素子のアレイとを有し、このレンチキュラー素子のアレイを介してディスプレイ画素を見るようにしたディスプレイのような自動立体（オートステレオスコピック）ディスプレイを駆動する装置に関するものである。

このような自動立体ディスプレイ装置の一例は、欧州特許出願公開第0625861号明細書に記載されており、この場合LCD型の空間光変調器が、水平方向に延在する行及び垂直方向に延在する列として配置された多数の画素を有している。空間光変調器の上にはレンチキュラースクリーンが配置されており、レンチキュラーの半径は画素に対するスクリーンの位置と関連して選択され、異なる画素群による画像がディスプレイスクリーンに対し予め決められたある角度で見るようにしている。2つの画像を立体対の形態で表示する場合には、視聴者は、左右の目が異なる画素群からの画像を受けて3次元画像を知覚しうるような位置のみを占める必要がある。

2つの3Dグラフィックスレンダラ（片方の目のビューポイント当たり1つのレンダラ）により立体ディスプレイの2つのチャネルを駆動するのは原理的に、1つの3Dグラフィックスレンダラを用いて2つの画像を合成する場合よりも優れている。この場合の利点は画質に関するものであり、疲労や吐き気に関連する副作用を回避することができる。しかし問題は価格であり、特に2つよりも多いビュー（視像）を考慮する場合価格が嵩む。1996年1月27日～2月2日に米国のサンノゼで開催された“Electronic Imaging”に関するIS&T/SPIE国際会議で与えられた論文“Multiview 3D-LCD”（Cees van Berkel氏等著）に記載されるようなフィリップス社の3D-LCDは現在4ビュー装置として入手しうる。従来の構成では、画質が重要な場合には4つのビューに4つの3Dグラフィックスレンダラを必要とする。

本発明の目的は、各ビュー当たりのレンダリングに要する費用の点で総費用を

低減させたマルチビューディスプレイ装置を提供せんとするにある。

本発明は、マトリックスディスプレイパネルと結合されたN個の画像源を有する自動立体ディスプレイ装置であって、マトリックスディスプレイパネルは、行及び列方向で行及び列に延在し、且つ群に配置されたディスプレイエレメントのアレイを有しており、各群は行方向でN個の隣接するディスプレイエレメントを有しており、これらN個のディスプレイエレメントの各々はそれぞれ前記N個の画像源のうちの1つにより駆動され、Nは2よりも大きい数であり、マトリックスディスプレイパネルは更に複数の光ディレクタエレメントを有する光ディレクタ手段を具えており、光ディレクタエレメントの各々はそれぞれディスプレイエレメントの1つの群と関連してディスプレイエレメントの出力を互いに異なる角度方向に向けるようになっている自動立体ディスプレイ装置において、

N個の画像源のうちの少なくとも2つの画像源の各々が画像レンダリング装置を有し、この画像レンダリング装置は、対象物プリミティブデータを蓄積する関連の主メモリを有するホストプロセッサと、関連のディスプレイメモリを有する第1ディスプレイプロセッサとを具えており、ホストプロセッサは対象物プリミティブデータを第1ディスプレイプロセッサに供給する手段を有し、第1ディスプレイプロセッサは画素値の列とディスプレイメモリに適用するための画素アドレスとを対象物プリミティブデータから発生させる手段を有し、N個の画像源のうちの少なくとも1つが後処理値を有し、この後処理段は前記画像レンダリング装置のうちの1つと結合され且つこれにより発生される画像の画素値に水平方向のシフトを与えるように構成されていることを特徴とする。

ディスプレイエレメントが偶数個である場合には、ディスプレイエレメントの中央の隣接対をそれぞれ画像レンダリング装置により駆動し、他の残りのディスプレイエレメントを後処理段により駆動するのが適している。

このようなマルチビューディスプレイの主たる視聴者は代表的に対話型の役割を奏するようにディスプレイの中心に位置し、2つの中央のビューにのみを見るようになることが期待される。代表的に受動専用の役割しか奏しない他の視聴者は中心を外れて位置しうる。本発明によれば、2つの中央のビューを2つの3D

グラフィックスレンダラにより駆動し、他のビューを合成立体を用いて生ぜしめたビューから取り出すことにより、画質と価格との最適な組合せを得ることができ、主たる視聴者が最良の座席にすわり、その側方の視聴者は画像のある劣化をこうむるも依然として3Dビューを見ることができる。

第1の後処理段の外側にある後処理段は、中央に向かって隣接する後処理段により発生された画素値に水平方向のシフトを与えることにより、これら外側にある後処理段の画素値を発生するように構成するのが適している。換言すれば、各後処理段はその画像を、隣接の後処理段により発生された画像に基づいて発生させる。或いはまた、多数のビューに対し適用すべきオフセットの大きさが問題を生ぜしめるおそれがあるが、後処理段のすべてを、最初のレンダリングされた画像の対から画像を発生するように構成することができる。

本発明の他の特徴及び利点は請求の範囲に記載されており、更に以下の図面に関する実施例の説明から明らかとなるであろう。図中、

図1は、本発明を具体化するマルチビューディスプレイ装置を示し、

図2は、水平方向に離間した2つのビューポイント間の視差のシフト効果を示す線図であり、

図3は、図2のビューポイントの各々から見た3つの重複する画像プリミティブを示し、

図4は、画像レンダリング及びテクスチャマッピングハードウェアを有し、本発明に用いるのに適した立体ディスプレイ装置のブロック線図であり、

図5は、図4のマッピングハードウェアの奥行きキュー回路を線図的に示し、

図6は、図5の回路に適用しうる種々の奥行きキュー特性を示している。

本発明を具体化する立体視適用を図1に示す。この図1には4ビューディスプレイ装置70が設けられている。このディスプレイ装置は重畠したレンチキュラースクリーン74を有するLCDスクリーン装置72であり、個々のレンチキュラーアレイに対する4つの異なる画像源76～79で駆動される画素配列はビューポイントV1～V4でそれぞれ4つの画像源76～79の1つからの画像を見ることができるようになっている。この種類の4ビューディスプレイは前述した論文“Multiview 3D-LCD”(Cees van Berkel氏等著)に記載されている

。

このようなマルチビューディスプレイの主たる視聴者は代表的に対話型の役割を奏するように図示のようにディスプレイの中心に位置し、その状態で2つの中央のビューV2及びV3によって与えられる立体画像のみを見るようにすることが期待される。代表的に受動専用の役割しか奏しない他の視聴者は中心を外れて位置しうる。画質と価格との最適な組合せを達成するために、中央の2つのビューV2, V3に対する画像源77, 78を3Dグラフィックスレンダラとし、他のビュー、すなわち画像源76, 79は単に、レンダラ77, 78のうちの1つにそれぞれ結合され後に説明するように立体合成によりビューを発生する後処理段とする。従って、主たる視聴者は最良の画質のビューを見ることができ、一方、側方の視聴者はある画像の劣化をこうむる。4つよりも多いビューをディスプレイによって達成する場合には、複数の3Dグラフィックスレンダラと複数の合成立体プロセッサとの混成体を以て、例えば価格を廉価にするも画質を高めるようにマルチビューディスプレイを得ることにより装置を拡張し、高画質は中央のビューポイントに向って得られるか或いは予め決定した主たるビューポイントで得られるようにすることができる。

以下の説明から明らかなように、本発明は通常のレンダラとスクリーンスペース3Dグラフィックスレンダラとの双方を用いる。通常のレンダラは、レンダリングするプリミティブ（代表的に三角形）がフレームバッファに順次に書込まれ、最終画像のいかなる画素もそれ自体いかなる時にも書込むことができるレンダラである。スクリーンスペースレンダラはスクリーンをタイルと称するM×N個の画素の小領域に分割し、これには、Mをスクリーンの幅としNを1画素としたいわゆる走査線レンダラを含む。スクリーンスペースレンダラは各タイルに対し、どのプリミティブが当該タイルに寄与するか（すなわち当該タイルによって重複されるか）を決定し、テクスチャリング処理のようなレンダリング処理を実行し、当該タイルに対する画素値をフレームバッファに書込む。

通常のレンダラ又はスクリーンスペースレンダラは、例えばAddison・Wesleyにより1990年に発行された本“Computer Graphics: Principles and Practice”（

James D. Foley 氏等著)の第2版 (ISBN 0-201-12110-7) の第668 ~ 672 頁に記載されているような通常のバッファ法を用いて各スクリーン又はタイルにプリ

ミティブをレンダリングするために奥行きの整列を実行しうる。各画素におけるレンダリング用の最短近接可視プリミティブを、従って出力すべき画素の色を推論するのに z バッファアルゴリズムが用いられる。スクリーンスペースレンダラは各タイルに対して 1 個の z バッファを確保すれば足りるのに対し、通常のレンダラはスクリーンに対し 1 個の z バッファを確保する必要がある。

本発明で述べるレンダリング技術は通常のレンダラとスクリーンスペースレンダラとの双方に等しく適用しうるも、スクリーンスペースレンダラを用いる方がその z バッファを小型にしうるという点で好ましい。又、上述した技術は通常の z バッファを用いるレンダラにも限定されない。すなわち、上述した技術は、これらのレンダリング用のプリミティブの特性を (ある方法で) 合成して最終の画素の色及び奥行きを決定しうるようにするために、各画素に衝突するレンダリング用のプリミティブの幾つか又は全てを蓄積するレンダラにも適用しうる。この合成を後の解析において最短近接不透明画素情報として考慮することができる。

図 2 は、適切には立体対を以って構成しうるビューポイント (視点) V 1 及び V 2 の対に対し通常の技術ではギャップを生ぜしめる視差効果を示す線図である。視聴者が 3 D バーチャル環境の 2 D 変換バージョンを見ているスクリーンを 1 0 で示してあり、このスクリーンの右側の領域が画像領域内の見かけの奥行き (z 方向) を表わしている。3 つの画像のプリミティブを 1 2, 1 4 及び 1 6 で示しており、図面を簡単するために、これら 3 つのプリミティブのすべてが互いに平行で垂直な平面体であるものと仮定する。奥行き値 z が最も小さい (従って視聴者に最も近い) プリミティブ 1 2 が半透明であり、他の 2 つの後方のプリミティブ 1 4, 1 6 が不透明であるものと仮定する。

それぞれのビューポイント V 1 及び V 2 からの 3 つのプリミティブのビュー (視像) を図 3 に示す。これらの画像は以下の問題、すなわち、右目 (V 1) に対する画像は完全にレンダリングされるが、左目に対する画像は後処理により発生され、x 方向のシフトがプリミティブ 1 6 の領域を覆わない個所でギャップ G が

V2 画像中に現れ、V1 画像データの z バッファリング中にこのデータがプリミティブ 14 の不透明表面により隠かされものとして廃棄されてしまうという問題を示している。視差のシフトにより半透明プリミティブ 12 に現われる可能性の

ある他のギャップ領域を G' で示す。ギャップが現われるかどうかは、双方のプリミティブによる色に対する合成値を保つか否か、或いは 2 つのプリミティブ 12 及び 14 に対するデータを G' 領域に対し別に蓄積するか否かに依存する。レンダラは代表的に最短近接不透明プリミティブの奥行きを確保するも、スクリーンスペースレンダラは特に前述した不透明のプリミティブの前方にある半透明の又は部分的に覆われたプリミティブの奥行きのような関連情報を確保することができる。レンダラは代表的に最短近接不透明プリミティブ 14 の後方のプリミティブ 16 のようなプリミティブを廃棄する。

この欠陥を無くすために、図 1 の回路におけるレンダラ 78 及び 79 として用いるための立体画像発生装置は各画素に対し最短近接不透明プリミティブの直後にあるプリミティブに関する情報を確保する。この情報を以後、最短近接オクルーデッド (occluded: 妨害された) 画素情報と称する。実際上は、最短近接可視画素に対してばかりではなく、最短近接オクルーデッド画素に対しても z バッファが確保され。従って、最短近接不透明画素に相当する画素（例えばプリミティブ 14 の左側エッジ）が合成立体画像の発生中左又は右にシフトされると、（プリミティブ 16 の以前に隠された部分に対する）最短近接オクルーデッド画素情報が得られてシフトにより生ぜしめられたギャップに入れられる。最短近接オクルーデッド画素情報は代表的に実際のシーン内容に相当し、従って充填されたギャップは画像のその他の部分に著るしい相関関係にあり、それ自体存在価値のあるものである。

オクルーデッド画素を確保するのは通常のレンダラにとって費用が嵩むものである（しかし禁止されるものではない）。その理由は、実際に、各フレームに対し、2 つの全スクリーン用 z バッファと 2 つの全スクリーン用フレームバッファとを確保する必要がある為である。スクリーンスペースレンダラは各画素当たり数個のレンダリング用プリミティブに対する奥行き情報を予め確保しておくことが

でき、従って最短近接オクルーデッド画素の確保を比較的廉価に行なうことができる。各画素に対する奥行き及び色情報の2組を所定のタイルにおける画素に対してのみ保持すれば足り、これはスクリーン上のすべての画素に対し上述した2組を確保する価格に比べて可成り廉価となる。

スループットを実時間処理に対し確保するためには、通常のレンダラはオクルーデッド画素を必ずテクスチュアイングし且つ照明（明暗化）する必要があり、従ってそのスループットに損失はないが、フレームバッファ書込み段で行なわれるZバッファ奥行き整列（ソーティング）を通常と同じ速さで2度行なう必要がある。スクリーンスペースレンダラはテクスチュアイング及び照明の前に奥行き整列を行なう為、奥行き整列中及びその後のそのスループットを2倍にする必要があるが、このようにしない場合のオクルーデッド画素は依然としてテクスチュアイング又は照明する必要がない。

図4は、走査線型立体視レンダリング及びディスプレイ装置を示すブロック線図である。キーボード21及びトラックボール入力装置23がユーザから中央処理装置（C P U）25に入力を与える。ジョイスティック、デジタル方式タブレット又はマウスのような他の入力装置を用いることもできる。対象物や、テクスチュアマッピングにより対象物の表面に適用すべき写真画像もカメラ19のようなビデオ源から入力させることもできる。

C P U 25はバス18を経てディスク貯蔵部20、R O M 22及び主メモリ（M R A M）24に接続されている。磁気フロッピーディスク、ハードディスク及び／又は光メモリディスクを入れることのできるディスク貯蔵部はデータ（例えば画像又は3Dモデルデータ）を蓄積するのに用いられ、このデータを想起及び操作して新たな画像を所望通りに発生させることができる。このようなデータには、前の入力セッションからのユーザの作業及び／又は商業的に発生されたデータを含めることができ、これらを例えば教育又は娯楽のためのコンピュータシミュレーション又は対話型計算機援用設計（C A D）に用いることができる。3D対象物をモデリングするために、上述したデータは一般に2次元画像の形態ではなく多角形モデルデータとして蓄積される。この場合、データは、代表的に3D

“対象物”スペースにおいて多角形面（プリミティブ）の群に分割された対象物を含む3Dモデルに相当する。モデルにおける各対象物に対するデータは、対象物を形成するすべての多角形の位置及び特性を与えるリストを有しており、このリストは多角形の頂点の相対位置や多角形面の色又は透明度を含んでいる。他のシステムでは、プリミティブは当該分野で既知のように曲面パッチを有すること

ができる。既知のように、テクスチャを表面上にマッピングするように特定して、シーンを形成するプリミティブの数を増大させることなくディテールを表すようにすることができる。テクスチャマップは、例えば（以下に説明するように）画素の色を規定しうる、或いは反射度又は表面法線方向のような他の量を変調しうる変調の2Dパターンを規定するテクスチャエレメント(texel)の蓄積された2Dアレイである。これらのテクスチャマップはディスク貯蔵部20内に蓄積しておくこともでき、これらのマップを所望に応じ想起する。

CPU25やシステムの他の構成素子が対象物スペース内の3Dモデル“ワールド”を、適用によって決定しうる或いはユーザによって制御しうる第1ビューポイント（視点）から（“視聴者”スペースにおける）ユーザのための第1の2次元ビューに変換する。以下に説明するように、後処理により第2ビューを発生させ、第1及び第2ビューを以って（図1に示すような）自動立体ディスプレイスクリーン又はVR型ヘッドマウントディスプレイ（HMD）34上に表示するための立体対を構成する。

上述した変換は、変換、回転、透視投影を実行する幾何変換により行なわれ、一般には頂点座標の行列乗算により行なわれるものであり、CPU25は各プリミティブ又は各頂点に基づいてクリッピング及び照明すなわち明暗（lighting）計算を行なうことができる。ROM22及びRAM24はCPU25に対するプログラムメモリ及び作業スペースを構成しており、CPU25を援助してすべてのしかし最も簡単なモデルを2次元のシーンに変換するのに要する多数の演算を実行するために特別な処理用のハードウェア26を設けることができる。このハードウェア26は標準の演算回路を有するようにするか、或いはより一層パワフルな、顧客の仕様に沿って形成した又はプログラム可能なデジタル信号処理用

集積回路を有するようにでき、このハードウェア26はバス18を経てC P U 25に接続することができる。ハードウェア26の特性は例えば速度、解像度、シーン当たりのプリミティブの数等に対してシステムの条件に依存している。

C P U 25の出力端（バス18を介する）と対のうちの左側画像に対するディスプレイメモリ（V R A M L）30の入力端との間にはディスプレイ処理ユニット（D P U）28が接続されている。ディスプレイメモリ30は画素データ（C O L L）をラスタ走査フォーマットで蓄積する。画素データC O L Lには代表的に、各画素に対し所望の画素の赤（R）、緑（G）及び青（B）成分に相当する3つの8ビット値（合計で24ビット）を含めることができる。他の例では、より少ないとより多いビットを与えることができ、又はこれらビットを用いて色を異なる成分（例えばY U V）によって規定することができること当業者にとって明らかである。

D P U 28では、プリミティブを“走査変換”し、最終の左側画像を一時に1ラインづつ左側ディスプレイメモリ30内に入れうるようにする。走査変換は、画像全体をディスプレイへの出力のために走査するのと同様に、各プリミティブが覆う画素を行順序に且つ画素順序に書込む処理である。

D P U 28は第1走査線バッファ60、第2走査線バッファ62及び第3走査線バッファ64に結合され、第1走査線バッファ60は画素に寄与する各プリミティブの相対z値に基づいて隠れた表面の除去を達成する。プリミティブ画素は“被覆”されている為、すなわち奥行きの短い不透明画素は第1走査線バッファ60内のその個所に書込まれる為、変位したプリミティブ画素は第2走査線バッファ62内の対応する位置にコピーされる。当該走査線に対応するすべてのプリミティブが考慮されると、バッファ60内の画素値が単にV R A M L 30の対応するラインに読出される。バッファ62内の画素値は各画素位置における第1オクルーデッドプリミティブに対する値を表わす。

対のうちの右側画像を発生させるために、バッファ60及び62内の画素値に、個々の画素のそれぞれの奥行き値によって決定される量だけx方向のシフトを与える、次にこれらの値をバッファ64内の新たな位置に入れる。前述したように

、この位置に、より近い不透明画素が既に存在しない場合のみ値を入れることができる為、バッファ62からの大部分の値は棄却されてバッファ60からの値を選ぶも、視差のシフトが（図3におけるような）ギャップに導入される場合には、第1オクルーデッドプリミティブに対する必要な画素値は一般にバッファ62から与えられる。

すべての値がバッファ64内に書込まれると、得られる内容はシフトされた右側画像における対応するラインに対する正しい画素値を有し、データは第2ディ

スプレイメモリ66（VRAMR）に直接書込まれる。

タイミングユニット（ビデオコントローラ）32は、2つのVRAML30及びVRAMR66内の画素データをHMD34内のそれぞれのディスプレイスクリーンのラスタ走査と同期してアドレスする読出アドレス信号XD及びYDを発生する。これらのアドレス信号に応答してVRAML30及びVRAMR66内の位置が行順序及び列順序で走査され、それぞれのカラー値COLDL及びCOLDRを読出し、これらカラー値をディスプレイ変換器36, 68に供給し、これら変換器は画素データCOLDL及びCOLDRを、HMD34に供給するための適切な形態の信号に変換し、このHMD34はタイミングユニット32からタイミング信号（SYNC）をも受ける。構成素子30, 32, 36, 66, 68の形態及び／又は動作は異なるディスプレイ装置、例えば自動立体ディスプレイに対し変えることができること容易に理解しうるであろう。

画素値COLは、プリミティブの基本表面色が対象物の表面の属性（例えば透明度、拡散反射度、鏡面反射度）や3D環境の属性（例えば光源の形状及び位置）を写実的に考慮するように変調されるようにして発生される。この変調のあるものはプリミティブデータが入れられたパラメータから算術的に発生させ、例えば曲面をシミレートするように平滑に変化するシェーディング（陰影）を生じるようにすることができる。しかし、より細かい変調を生ぜしめ且つ奥行きキーを画像に導入するのを容易にするために、マッピングハードウェアを設け、予めテクスチャメモリ41内に蓄積された予め決定されたパターンに基づいた変調値MODを生じるようにする。

この目的のために、D P U 2 8 がテクスチュア座標 U 及び V の対を画素（ディスプレイ）座標 X 及び Y の各対に対し発生させ、変調パターンがプリミティブ表面上にマッピングされ、幾何変換をテクスチュアスペースから対象物スペース内に且つ対象物スペースから視聴者（ディスプレイ）スペース内に実行するようになる。テクスチュアイングはバッファ 60, 62 による整列後に行なって、明確にオクルージョン（妨害）されたプリミティブ領域をレンダリングする無駄を回避することに注意すべきである。

テクスチュア座標 U 及び V は後に説明するようにしてマッピングハードウェア

内で処理され、テクスチュアメモリ 41 に供給され、変調値 M O D が、アドレスされている各画素位置 X, Y に対し得られるようになる。一般的には、値 M O D がたとえカラー値であっても、これらの値を D P U 2 8 内で写実的な照明すなわち明暗効果を考慮するように修正する必要がある。より一般的な場合には、変調値 M O D を D P U 2 8 内で他のパラメータと一緒に用いて画素値 C O L L 及び C O L R をあまり直接的でなく修正するようになる。

テクスチュアメモリ 41 内で表されるテクスチュアエレメントは一般にディスプレイの画素に 1 対 1 で対応せず、特にプリミティブを距離で示し従ってテクスチュアを極めて少数の画素上にマッピングする場合には、簡単な二次抽出法を用いた場合に生じるであろうエイリアシング効果を回避するのに空間フィルタリングが必要となる。

実時間の動画像を合成する必要がある装置では一般化されたフィルタを経済的に適用できないことが知られており、これに対する通常の解決策は、所定のパターンに対し数個の 2 D アレイ（以後“マップ”と称する）を蓄積し、各マップは順次に小さくなり且つ順次に低解像度となるようにプレフィルタリングされることである。従って D P U 2 8 は使用する適切なマップを決定するのにレベル座標 L を生ぜしめる必要があるだけである。コンパクトな蓄積及びテクスチュアエレメント値に対する高速アクセスのためには、マップを 2 のべき乗の寸法を有する正方形に選択し“M I P (multum in parvo) マップ”技術に応じて正方形のテクスチュアメモリ内に蓄積することができる。

図4は、テクスチャメモリ41内にMIPマップとして蓄積されたテクスチャピラミッドの色成分R, G及びBを示している。最大（最高解像度）マップ（L=0）は例えば 512×512 個のテクスチャエレメントを有することができ、L=1のマップは 256×256 個のテクスチャエレメントを有し、以下各マップが1つのテクスチャエレメントとなるL=9まで降下する。例示のために、各テクスチャエレメント値がR, G及びBの色成分の各々に対し8ビット値を有するものと仮定すると、テクスチャメモリ41の全体の寸法は1メガバイトとなる。

テクスチャエレメント値は、CPU14によってバス18及びメモリ41の

書込ポート43を介してレンダリングする前にメモリ41内に蓄積しておく。各テクスチャエレメント値を読出す場合、DPU28が2D座標対を発生する。この座標対の各座標（U, V）は少なくとも長さ9ビットの整数部を有する。これと同時にDPU28がレベル座標Lを発生し、このレベル座標Lは、奥行きキー回路40による修正を条件として、テクスチャメモリ41の読出アドレスポート44及び45にそれぞれ供給するための物理座標U'及びV'を“仮想”座標U及びVから発生させるのに用いられる。メモリ41は各物理座標対U', V'に応答して、アドレスされたテクスチャエレメントのR, G及びB成分を（24ビットの）読出ポート46を経て発生させる。

メモリ41内のMIPマップの2次元2進木構造のために、必要とする物理座標U'及びV'を2進シフト回路47及び48の対により簡単に発生させることができ、シフト回路はレベル座標Lにより規定された位置数だけ座標をそれぞれ右にシフトさせる。特に、L=0が最高レベルを表す場合、レベル0のマップにおける所定のテクスチャエレメントに相当するアドレスをレベルLのマップにおける対応するテクスチャエレメントの物理アドレスに変換することができ、これはU及びV座標をL個の位置だけ右にシフトさせ、各座標を2Lだけ有効にスケールダウンすることにより達成される。非修正レベル座標Lはプリミティブデータの一部としてDPU28に供給することができるも、マッピングに透視を考慮する必要がある場合には、レベル座標LはDPU内でX, Yに対するU,

V の偏導関数に依存させて各画素に基づいて発生させるのがより好ましい。

図4では、奥行きキューリ回路40を、DPU28に結合された個別のユニットとして示してあるが、その機能をDPU内のソフトウェアで同様に実行しうることができることが明らかである。この回路40は図5に線図的に示すように、非修正レベル座標 L 、焦点奥行き F 及び画素奥行き Z に対する入力端を有する。焦点奥行き F は、視聴者が焦点を合わせようとしている2Dディスプレイ画像内のみかけの奥行きを特定する。 F の値は固定とすることも、或いは特定の適用分野で必要とするように、適用制御に基づいて又はユーザ入力に応答して可変ともできる。画素奥行きは表示画像の各画素に対し、発生されたディスプレイ座標 X 及び Y と同期して供給されるもので、3Dワールドモデルの2Dディスプレイ画像への変換中にDPU28により生ぜしめられる。

算術段80は画素奥行き及び焦点奥行き間の分離度の関数として出力値 F_S を生じ、この値が加算回路82において非修正レベル座標 L に加えられ、修正された座標レベル L' を生じる。加算回路の出力側にはリミッタ段84を設け、修正された座標 L' がテクスチャメモリ41により維持されるレベルの範囲内に入るようになるのが適している。算術段80によって行なわれる特定の関数は、図6に分離度($F - Z$)に対する F_S のグラフにA, B及びCで例示するように所望の奥行きキューリ特性に応じて変えることができる。一般的な特性は、焦点奥行き F にある又は焦点奥行き F の近くにある画素奥行きに対し、 F_S の値が零で $L' = L$ となり、これらの画素が“適切な”テクスチャ解像度を有するも、テクスチャは他の奥行きではブラーイング状態になる特性である。

マッピングハードウェアがピラミッド型データ構造の2つのマップレベル間の補間によりテクスチャ値を発生させる補間器(図示せず)を有する場合には、例A及びBで示すように L' を非整数値にすることができる(例A及びBはテクスチャメモリに対する L の最大値に達した際のリミッタ段84の効果をも示している)。 L (従って L')の整数値のみが維持される場合には、 F_S も同様に例Cで示すように整数値となるように強制される。

当業者にとって上述したところからその他の変形を行なうことができるこ

明らかである。このような変形には自動立体ディスプレイ装置及びその部品で既に知られている他の特徴を含めることができ、これらの他の特徴は前述した特徴の代わりに又はこれに加えて用いることができる。

【図1】

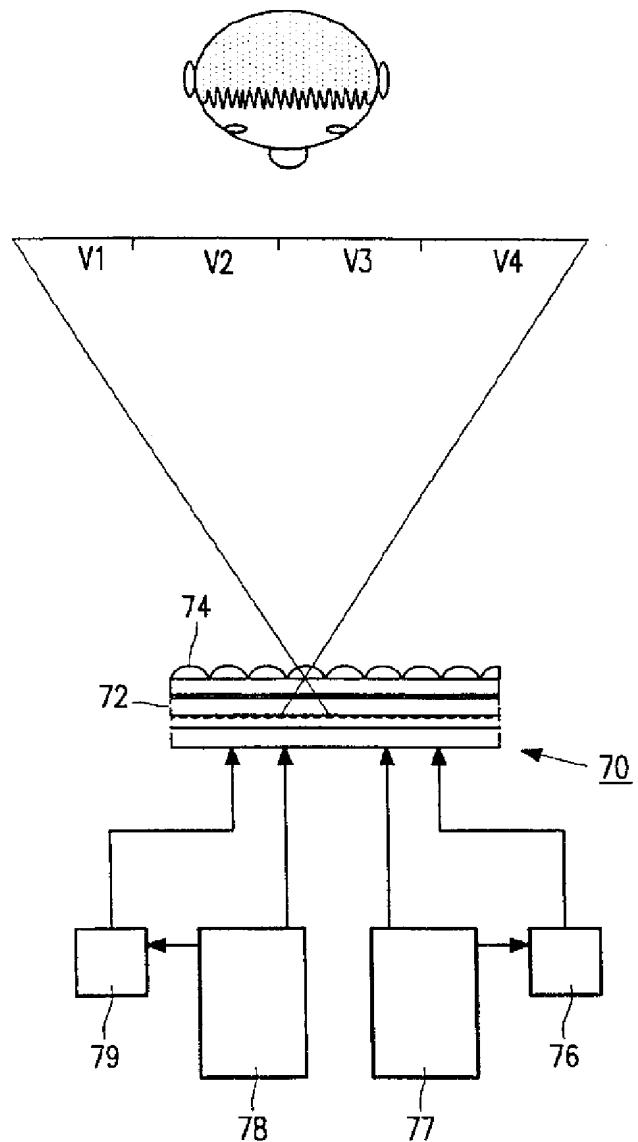


FIG.1

【図2】

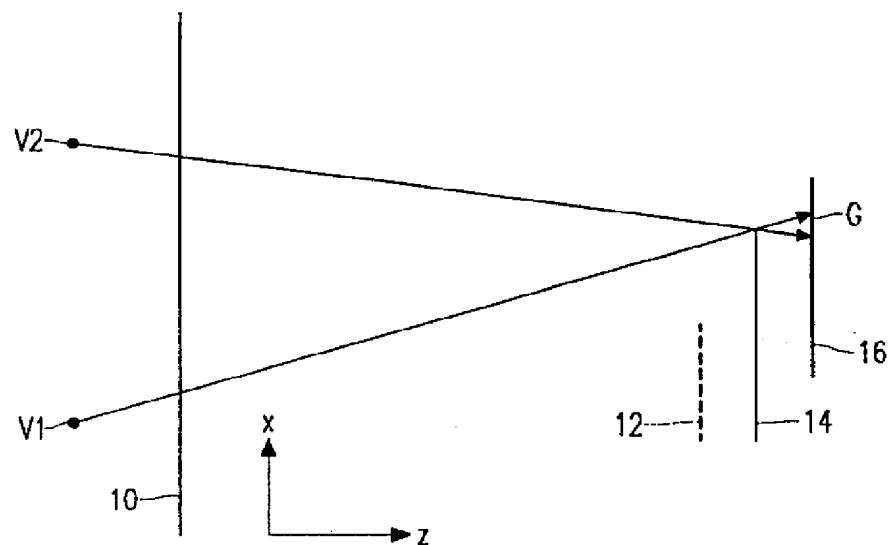


FIG.2

【図3】

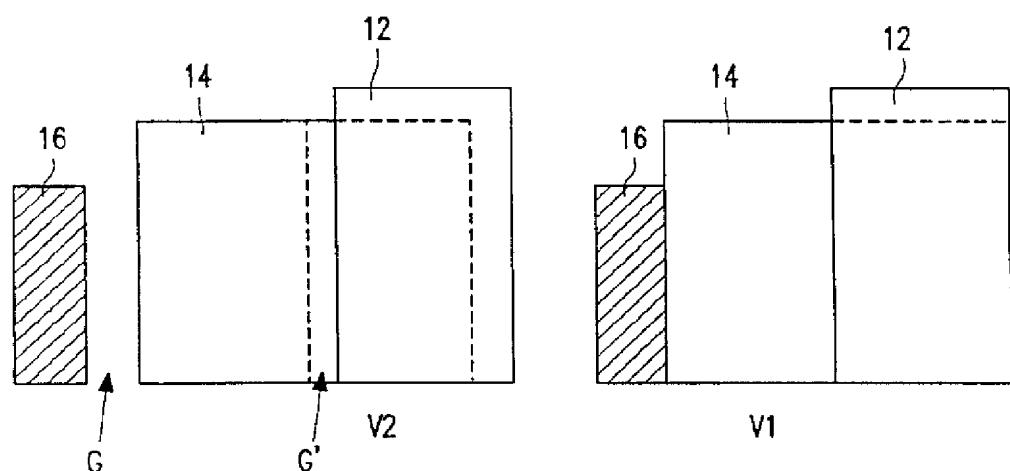
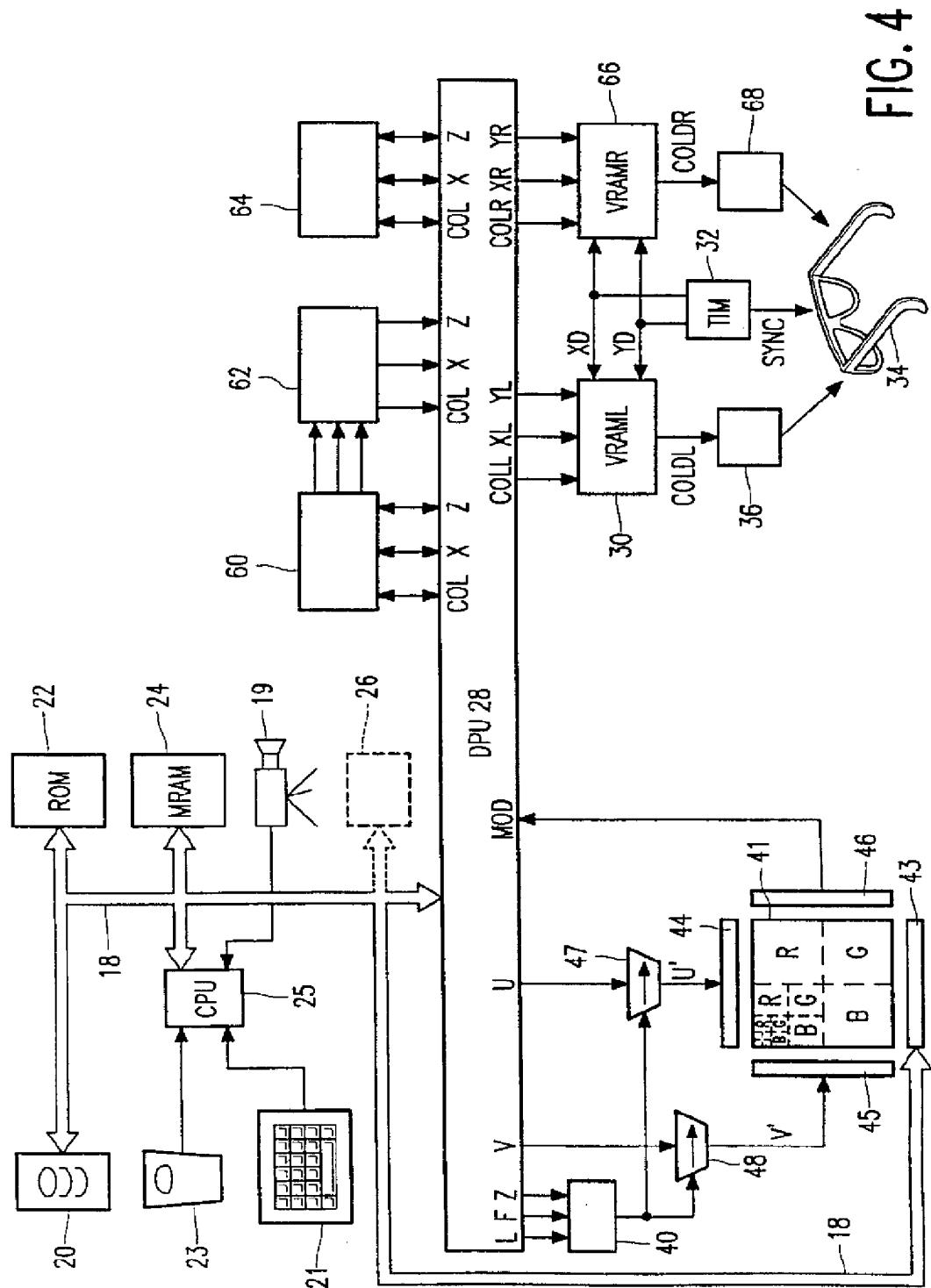


FIG.3

【図4】



【図5】

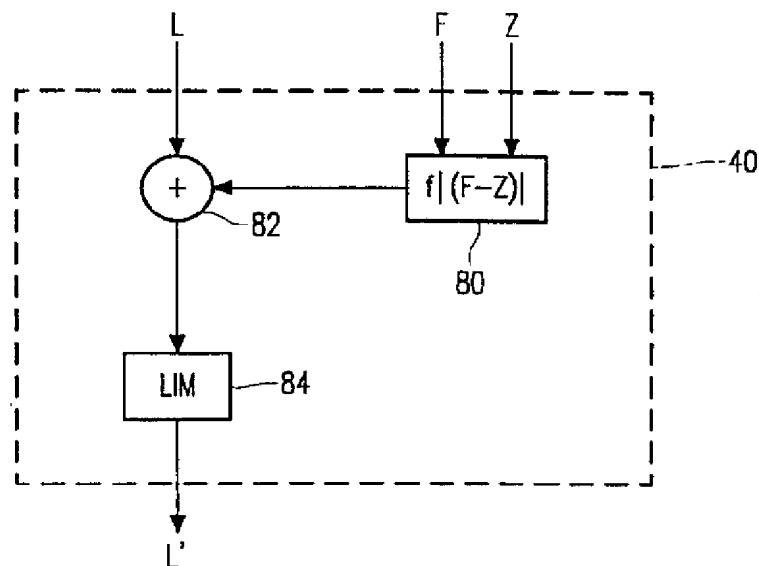


FIG.5

【図6】

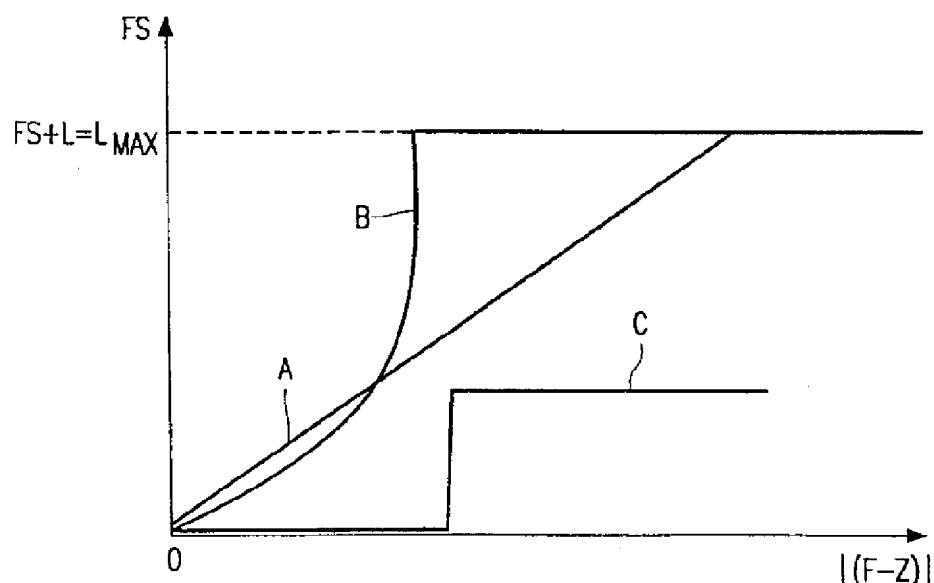


FIG.6

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB 97/00619
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC6: G02B 27/22, H04N 13/04 // G02F 1/1335 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC6: G02B, H04N, G02F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
SF, DK, FI, NO classes as above		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0625861 A2 (SHARP KABUSHIKI KAISHA), 23 November 1994 (23.11.94), abstract -----	1-6
P, A	EP 0752610 A2 (SHARP KABUSHIKI KAISHA), 8 January 1997 (08.01.97), abstract -----	1-6
A	US 5073914 A (HIROSHI ASAHIWA ET AL), 17 December 1991 (17.12.91), abstract -----	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" prior document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 16 December 1997		Date of mailing of the international search report 17-12-1997
Name and mailing address of the ISA/ Swedish Patent Office Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM Facsimile No. +46 8 666 02 86		Authorized officer Michel Gascoin Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

02/12/97

International application No.
PCT/IB 97/00619

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0625861 A2	23/11/94	GB 2278223 A		23/11/94
		JP 7005420 A		10/01/95
		US 5602658 A		11/02/97
EP 0752610 A2	08/01/97	EP 0752609 A		08/01/97
		GB 2302978 A		05/02/97
		GB 9513634 D		00/00/00
		JP 9022006 A		21/01/97
		JP 9049986 A		18/02/97
		EP 0786911 A		30/07/97
		GB 2309572 A		30/07/97
		GB 9601618 D		00/00/00
US 5073914 A	17/12/91	JP 1943281 C		23/06/95
		JP 3141932 A		17/06/91
		JP 6069449 B		07/09/94

【要約の続き】
ことになる。